



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής
Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής
αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

Παναγιώτης Στούπας

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2019



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης
Δ. Π. Μ. Σ. «Τεχνο-οικονομικά συστήματα»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάλυση σεναρίων αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών με βάση τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης»

Παναγιώτης Στούπας

Επιβλέπων: Χάρης Δούκας, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 14^η Ιουνίου 2019.

.....
Χ. Δούκας
Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ι. Ψαρράς
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Δ. Ασκούνης
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούνιος 2019

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η στατιστική ανάλυση ενός αρχείου (140 ΠΕΑ) που αφορούν κτήρια οικιακής χρήσης εντός του νομού Αττικής.

Αρχικά γίνεται μία περίληψη της ενεργειακής κατάστασης σε Ευρώπη και Ελλάδα και στην συνέχεια ακολουθεί μια αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.

Η στατιστική ανάλυση που ακολουθεί αφορά την ενεργειακή κατηγορία των πιστοποιητικών και σε κάθε περίπτωση αναλύεται η θερμομόνωση του κτηρίου, το σύστημα της κεντρικής θέρμανσης, η ύπαρξη ή όχι ηλιακού θερμοσίφωνα καθώς και το μέγεθος του κάθε σπιτιού (τετραγωνικά). Στην συνέχεια χρησιμοποιείται ένα σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης κοινό για όλα τα κτήρια και παρουσιάζεται η βελτιστοποίηση την ενεργειακής κατάστασης καθώς και η απόσβεση του έργου.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακό πιστοποιητικό, Στατιστική ανάλυση, Υφιστάμενα κτήρια.

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

ABSTRACT

The aim of the present thesis is the statistical analysis of a file encompassing a number of 140 Energy Performance Certificates (EPC) pertain to residential buildings located within the administrative district of Attica.

A summary of the Energy Efficiency in Europe and Greece is initially presented followed by an overview on the legal framework for Building Energy Efficiency.

The statistical analysis presented in the framework of the current thesis concerns the certificates' energy category. In any case, the building's thermal insulation, the central heating system, the presence or absence of a solar water heater as well as the size of each house (in square meters) are analyzed. In the scope of improving the Energy Efficiency of these houses, an energy upgrade scenario common for all buildings is used. The results of the aforementioned Energy Efficiency improvement along with the investment recovery are subsequently presented and discussed.

Key words: Energy Performance Certificates, statistical analysis , existing buildings.

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στη σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κατά το ακαδημαϊκό έτος 2018 - 2019, στο πλαίσιο της ενασχόλησής μας με το πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών «Τεχνο-οικονομικά Συστήματα». Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Χάρη Δούκα, αναπληρωτή καθηγητή του Ε.Μ.Π. για την καθοδήγηση και τη σημαντική βοήθειά του κατά την εκπόνηση της εργασίας μου, καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα Γεώργιο Βασιλείου για τις χρήσιμες προτάσεις του. Ακόμη ευχαριστώ την Χαρούλα, την Σπυριδούλα και τον Γιάννη.

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

Περιεχόμενα

| | |
|--|-----------|
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 3 |
| 1.1. Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας | 3 |
| 1.2. Δομή | 3 |
| 2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ-ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ | 5 |
| 2.1. Ενεργειακή κατάσταση στην Ευρώπη | 5 |
| 2.2. Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα | 8 |
| 2.3. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια | 9 |
| 2.4. Νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων... 11 | |
| 2.5. Ορισμοί | 17 |
| 3. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ | 21 |
| 4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ | 27 |
| 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ | 39 |
| 5.1. Συμπεράσματα | 39 |
| 5.2. Προοπτικές | 39 |
| Βιβλιογραφία | 41 |

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή και ομαδοποίηση των κτιρίων ανάλογα με τα ενεργειακά δεδομένα τους στις αντίστοιχες ενεργειακές κατηγορίες που ανήκουν και εν συνεχεία η ανάλυση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης και κατά πόσο είναι βιώσιμη η επένδυση ή όχι.

1.2. Δομή

Αρχικά γίνεται μία απεικόνιση της ενεργειακής κατάστασης σε Ευρώπη και Ελλάδα, με έμφαση στην κατανάλωση ενέργειας σε οικιακή χρήση κτιρίων, στην συνέχεια ακολουθεί μία αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και κάποιοι χρήσιμοι ορισμοί που θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε καλύτερα τα όσα ακολουθούν. Έπειτα συνεχίζεται η εργασία με την δομή και την μέθοδο της ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε κάνοντας μία εκτενή αναφορά στα στοιχεία που συλλέγουμε από ένα ενεργειακό πιστοποιητικό αλλά και τον τρόπο που χωρίζονται τα κτίρια σε κάποιες βασικές ομάδες όπως π.χ. κλιματική ζώνη κ.α.. Στην συνέχεια γίνεται μία περιγραφή του θεωρητικού σεναρίου ενεργειακής αναβάθμισης και του τρόπου λειτουργίας του. Ακολουθεί η στατιστική ανάλυση του αρχείου των ΠΕΑ που συγκεντρώθηκαν καθώς και τα συμπεράσματα και οι προοπτικές της εργασίας.

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ-ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

2.1. Ενεργειακή κατάσταση στην Ευρώπη

Είναι γεγονός πως η κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει ανοδική τάση με αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον μας. Ως αποτέλεσμα, η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, έπειτα από λήψεις μέτρων προσπαθεί για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, με σκοπό την ελαχιστοποίηση των ρύπων και την εξοικονόμηση των πρωτογενών ενεργειακών πόρων. Συγκεκριμένα τα κτήρια στην Ελλάδα απορροφούν ένα μεγάλο ποσοστό ενέργειας και συγκεκριμένα το 35-37% της συνολικής ενέργειας. Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους τα ελληνικά κτήρια είναι ενεργοβόρα είναι οι παρακάτω: έλλειψη θερμομονώσεως - παλαιότητα κουφωμάτων -ελλιπής συντήρηση ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων – μη ύπαρξη συστημάτων ΑΠΕ.

Θεσμοθετήθηκε η στατιστική καταγραφή των κτηρίων με την ενεργειακή επιθεώρηση, και προωθήθηκαν προγράμματα με ευρωπαϊκά κονδύλια για την ενεργοποίηση των πολιτών ώστε οι ανωτέρω να αφυπνιστούν και να αναβαθμίσουν τις οικίες τους. Τέτοια προγράμματα προωθεί το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και είναι το «Εξοικονομώ κατ'οίκον I & II», το οποίο δίνει κίνητρα στους πολίτες να επιληφθούν με σειρά μέτρων όπως η θερμομόνωση, αντικατάσταση κουφωμάτων , αντικατάσταση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού για θέρμανση-ZNX, ώστε να μειωθεί η ετήσια κατανάλωση ενέργειας της οικίας.Τέλος αντικαταστάθηκε ο παλιός κανονισμός θερμομόνωσης των κτηρίων από έναν νέο, τον Κ.Εν.Α.Κ. (κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων). Ο κανονισμός αυτός αφορά όλα τα υπό ανέγερση κτήρια, καθώς επίσης και όλα τα ριζικά ανακαινισμένα κτήρια.

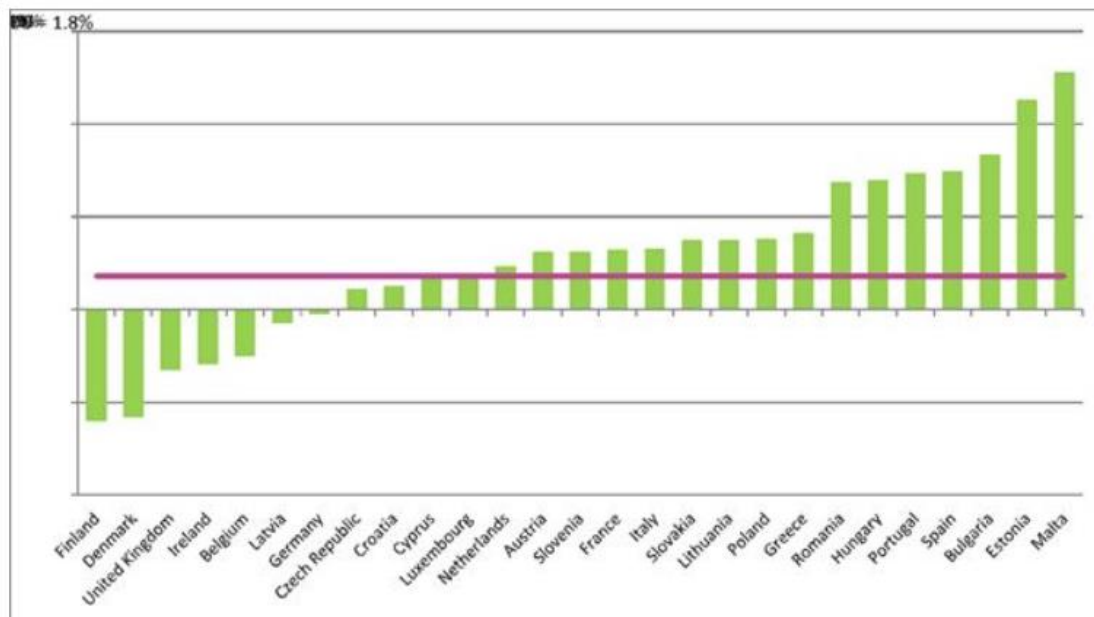
Από το 1986, ο ρυθμός ζήτησης ενέργειας στα κράτη μέλη είναι ανοδικός κατά 1% με 2% ετησίως, γεγονός που καθιστά αδύναμη την Ευρώπη να αντισταθμίσει τα ποσά ενέργειας που καταναλώνει με αυτά που παράγει, παρ'όλο που υπάρχει δυνατή λύση μέσω της παραγωγής ενέργειας από

ανανεώσιμες πηγές. Η εξοικονόμηση ενέργειας έχει αναδειχθεί σε μείζονα πολιτική προτεραιότητα για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι λόγοι είναι πολλοί:

- **Στρατηγικοί** που αφορούν στην ελαχιστοποίηση της προβληματικής εξάρτησής μας από εισαγωγές πετρελαίου και αερίου, προερχόμενες από ασταθείς πολιτικά περιοχές.
- **Οικονομικοί** που αφορούν στη μείωση του κόστους παραγωγής και στην υποστήριξη της ανταγωνιστικότητάς μας.
- **Λόγοι ενεργειακής ασφάλειας**, δηλαδή πρόσβαση σε προσιτή οικονομικά ενέργεια για όλους.
- **Λόγοι περιβαλλοντικοί** μέσω της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τήρηση των δεσμεύσεων των κρατών μελών έναντι του Πρωτοκόλλου του Κιότο, βάσει του οποίου πρέπει να χρησιμοποιείται λιγότερο πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακας, με σκοπό τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2012 σε επίπεδα κατά 8% λιγότερο από τα επίπεδα του 1990.

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρώπη είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας και η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς ευθύνεται περίπου για το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και 40% των συνολικών εκπομπών CO₂. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη αύξηση του αριθμού των κτηρίων στον χώρο της Ευρώπης, ενώ οι ρυθμοί απόσυρσης παλαιών κτηρίων είναι πολύ μικροί, με αποτέλεσμα ακόμα μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στα κτήρια [10a].

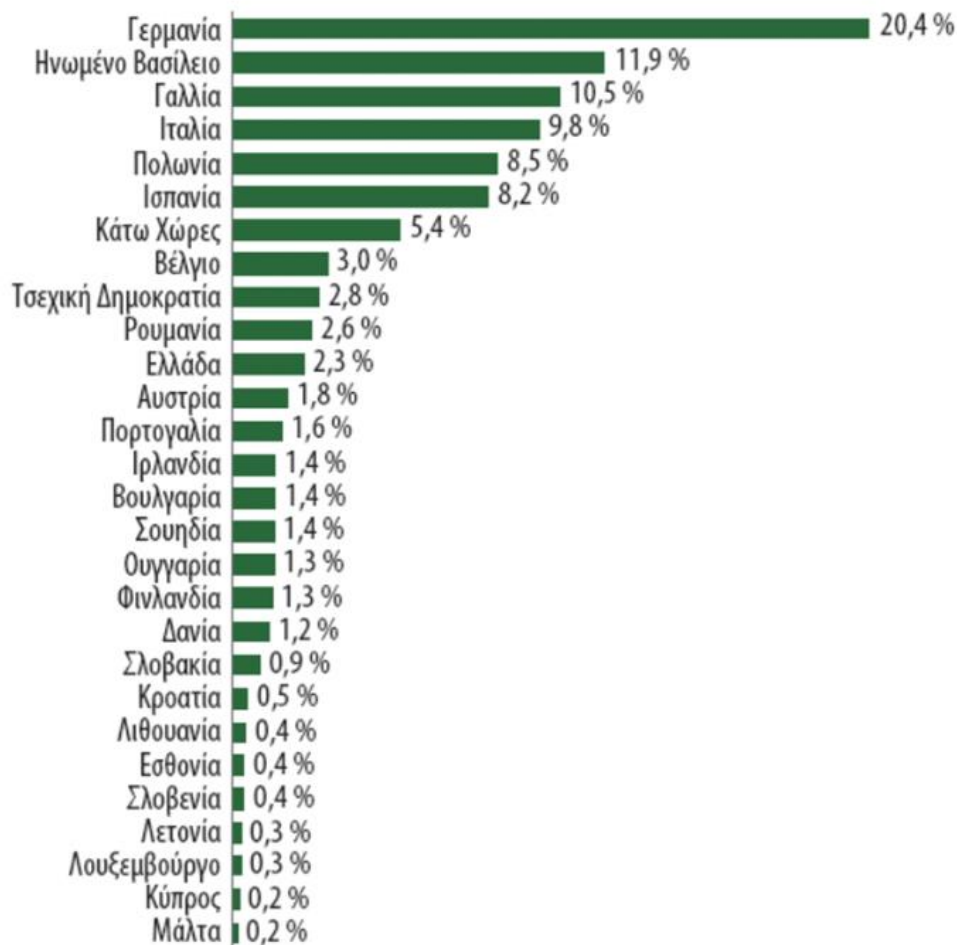
«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»



1.1: Το 2017 οι εκπομπές CO₂ από καύση ορυκτών καυσίμων αυξήθηκαν κατά 1,8% στην Ευρωπαϊκή Ένωση, εν συγκρίσει με το 2016 [10a].

Η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα για διάφορες χώρες της Ε.Ε. δίνεται στο ακόλουθο Σχήμα. Παρατηρείται ότι η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γαλλία ευθύνονται για το 42.4% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα σε σχέση με την κατανάλωση στις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενώ ο πληθυσμός των κρατών αυτών είναι το 41% του συνολικού πληθυσμού που κατοικεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση [10].

«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»

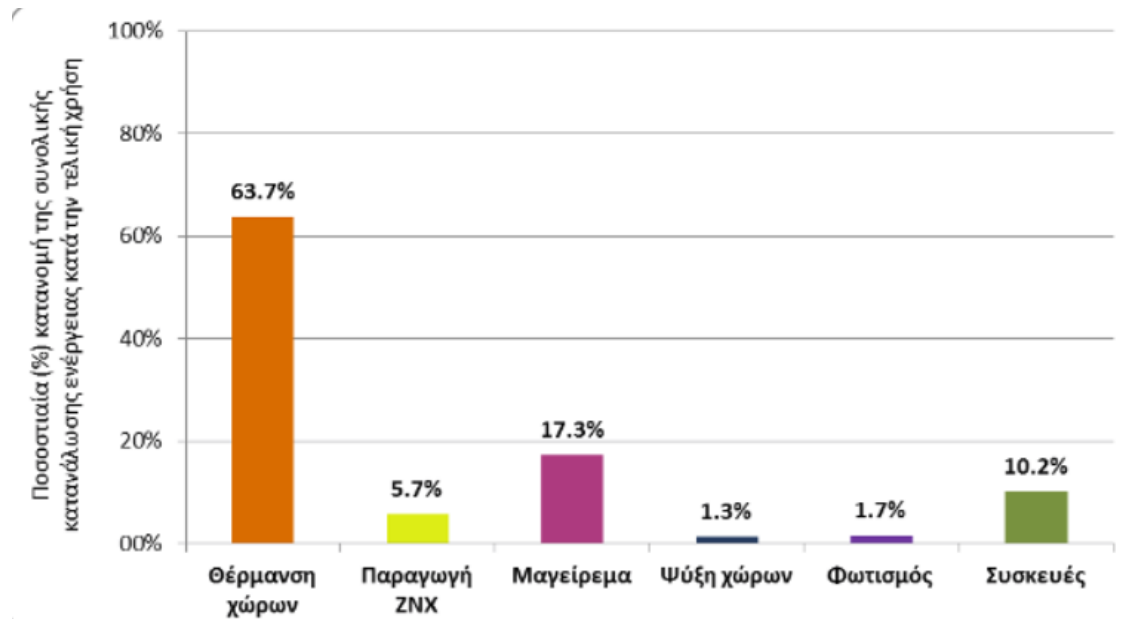


1.2: EEA greenhouse gas-data viewer, ΕΟΠ 2017 [10].

2.2. Ενεργειακή κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα απαιτείται έως και 30% [9a] περισσότερη ενέργεια προκειμένου να καλυφθούν οι συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα στα κτήρια, τα οποία κατά γενική ομολογία αντιμετώπιζαν πρόβλημα επαρκούς μόνωσης. Μεταξύ των πλέον ενεργοβόρων κτηρίων στην Ε.Ε., τα ελληνικά κτήρια απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες θέρμανσης από πόρτες και παράθυρα, με αποτέλεσμα να σπαταλούνται πολύτιμοι ενεργειακοί πόροι αλλά και χρήματα και ταυτόχρονα να εκπέμπονται περιττές ποσότητες επικίνδυνων ρύπων. Έτσι, στην Ελλάδα εισήχθη το 1979 ο κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων (Κ.Θ.Κ.),

ακολουθώντας το παράδειγμα των γερμανικών προτύπων, όπου καθορίζεται μία μέγιστη τιμή θερμικής μετάδοσης για τα οικοδομικά στοιχεία (τοίχους, οροφές, παράθυρα κλπ.) και συνολικά για το κέλυφος του κτηρίου για διαφορετικές γεωμετρίες και κλιματικές ζώνες.



1.3: Ποσοστιαία κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά την τελική χρήση [9].

2.3. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια

Η εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και η ορθολογική χρήση της αποτελεί πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα εμφανής στα ελληνικά κτήρια του οικιακού και του τριτογενή τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 [9a].

Αναλυτικότερα οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στο ενεργειακό πρόβλημα και καθιστούν απαραίτητες τις επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας είναι:

- Συνεχής αύξηση του πληθυσμού της γης
- Βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του ανθρώπου. Αυτό συνεπάγεται τη χρήση όλο και περισσότερων ενεργοβόρων συσκευών για την κάλυψη των βασικών αναγκών όπως το μαγείρεμα, τη χρήση ζεστού νερού, τα συστήματα κλιματισμού των εσωτερικών χώρων κ.α. . Επίσης η εξέλιξη της τεχνολογίας συμβάλλει στη συνεχή δημιουργία νέων ενεργοβόρων συστημάτων και συσκευών που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής, όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, από τα οποία γίνεται άμεσα εξαρτώμενος ο άνθρωπος.
- Η συνεχής μείωση των αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων. Τα υγρά καύσιμα εξακολουθούν να είναι και σήμερα η κύρια πηγή ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Η περιορισμένη χρήση των ΑΠΕ- ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αν και η τεχνολογία των ΑΠΕ συνεχώς εξελίσσεται, ακόμη και σήμερα η αξιοποίηση τους είναι περιορισμένη.
- Οι απώλειες κατά την παραγωγή και μεταφορά ενέργειας. Οι απώλειες αυτές αφορούν κυρίως την τελική μορφή ενέργειας (ηλεκτρική, θερμική).
- Η μη ορθολογική χρήση ενέργειας η οποία οφείλεται κυρίως στην κακή ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των τελικών καταναλωτών [1a].

2.4. Νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, πέρα από τα οικονομικά και λειτουργικά οφέλη που ενδέχεται να έχει για τους ιδιοκτήτες και τους χρήστες των κτηρίων, προσφέρει επίσης περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης επιφέρει οφέλη σε ατομικό, τοπικό, κρατικό και παγκόσμιο επίπεδο. Για παράδειγμα, η μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου θέρμανσης σε ένα κτήριο που βρίσκεται μέσα σε μια πυκνοκατοικημένη πόλη όπως η Αθήνα, επιφέρει μείωση του κόστους ενέργειας για το χρήστη του κτηρίου (ατομικό όφελος), μείωση των βλαβερών για την υγεία ρύπων που εκπέμπονται στο ήδη επιβαρυνμένο αστικό περιβάλλον της Αθήνας (τοπικό όφελος), μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας και του κόστους αγοράς δικαιωμάτων εκπομπής ρύπων (κρατικό όφελος) και μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (παγκόσμιο όφελος). Προκύπτει λοιπόν ότι το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας είναι σε μεγάλο βαθμό ένα κοινωνικό ζήτημα και πρέπει να υποστηριχθεί σε πολιτικό επίπεδο.

Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων είναι βασική προτεραιότητα των περισσότερων κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αρχικά η Ευρώπη εστίασε τις προσπάθειές της στο να αυξήσει την προσφορά ενέργειας και όχι τόσο στη μείωση της ζήτησης. Όταν το 1973 η Δανία εισήλθε στην ΕΕ τα πράγματα άρχισαν να αλλάζουν. Η Δανία έφερε μαζί της καινούριες ιδέες και πίεσε την Ευρώπη προς πολιτικές περιορισμού της ζήτησης για ενέργεια.

Ο πρώτος καρπός της συγκεκριμένης πολιτικής φάνηκε το 1987 σε μια πρόταση για μια κοινοτική οδηγία για ένα σύστημα ενεργειακού έλεγχου των κτηρίων των Ευρωπαϊκών χωρών. Η πρόταση αυτή δεν έλαβε την απαραίτητη στήριξη, οδήγησε όμως δύο χρόνια αργότερα το 1989 σε μία οδηγία για συγκεκριμένες δράσεις προς την ενεργειακή απόδοση (Specific Actions for Vigorous Energy Efficiency directive [SAVE]).

Η οδηγία αυτή σηματοδότησε μια νέα εποχή για την ΕΕ που άρχισε να δείχνει μεγαλύτερο ενδιαφέρον όχι μόνο για την ενεργειακή πολιτική της αλλά και την

περιβαλλοντική. Η συγκεκριμένη οδηγία τέλος κατεύθυνε το 1993 στην εισήγηση έξι ιδεών πάνω στον κτηριακό τομέα που θα κατέληγαν αργότερα να είναι μέρος του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων. (EPBD. Energy Performance of Buildings Directive).

Τα έξι αυτά σημεία είναι:

- Ενεργειακή πιστοποίηση των κτηρίων.
- Ξεχωριστή χρέωση για την θέρμανση, το ζεστό νερό, και τον κλιματισμό, βασισμένη στην πραγματική κατανάλωση.
- Χρηματοδότηση για έργα ενεργειακής απόδοσης σε δημόσια κτήρια.
- Ανάγκη για θερμική μόνωση στα κτήρια.
- Επιθεώρηση των λεβήτων.
- Ενεργειακοί έλεγχοι στις μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Ενδεικτικό της συντονισμένης προσπάθειας είναι η ψήφιση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/EC, σύμφωνα με την οποία τα κράτη μέλη καλούνται να θεσμοθετήσουν μεθοδολογίες υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, καθώς και πρακτικές ενεργειακής πιστοποίησης με θέσπιση ανωτάτων ορίων ενεργειακής κατανάλωσης ανά κατηγορία κτηρίων και των σχετικών πιστοποιητικών που θα είναι απαραίτητα σε κάθε αγοραπωλησία ή ενοικίαση.

Πλέον υπάρχει πρόβλεψη για την κάλυψη των σχετικών ελαχίστων απαιτήσεων ενεργειακής κατανάλωσης και σε ορισμένες περιπτώσεις ανακαίνισης υφιστάμενων κτηρίων (αναλόγως του μεγέθους τους και το βαθμού επεμβάσεων ανακαίνισης).

Συνοψίζοντας τα βασικά χαρακτηριστικά αυτής της οδηγίας είναι τα εξής:

- Θέτει τις βάσεις για την ανάπτυξη μιας κοινής μεθοδολογίας ως προς την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων.
- Ορίζει ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τα νέα κτήρια, καθώς και για την ανακατασκευή παλαιών κτηρίων μεγάλης επιφάνειας.
- Θεσπίζει την υποχρεωτική ενεργειακή σήμανση των κτηρίων με έμφαση στο δημόσιο τομέα.
- Επιβάλλει τον έλεγχο της απόδοσης των καυστήρων και της θερμομόνωσης των κτηρίων.
- Επιβάλλει στους ιδιοκτήτες μεγάλων ακινήτων (συνολικής επιφάνειας άνω των 1.000 τ.μ.) που ανακατασκευάζουν τα κτήρια τους, την υποχρέωση να προχωρήσουν σε εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης σε περίπτωση που το κόστος της ανακατασκευής ξεπερνά το 25% της αξίας του ακινήτου.
- Ενθαρρύνει τη χρήση ηλιακών συστημάτων και άλλων εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

Απόρροια της οδηγίας 2002/91/EC ήταν η θέσπιση του ελληνικού Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) ως υλοποίηση του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων και άλλες διατάξεις». Ο Κ.Εν.Α.Κ. αποτελεί ουσιαστικά την πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια καθορισμού σε εθνικό επίπεδο όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου. Με τον κανονισμό (ΚΕΝΑΚ) καθορίζεται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το

περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτηρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού. Καθορίζεται επίσης ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης που προβλέπεται στο άρθρο 6, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και τα προς τούτο αρμόδια όργανα, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της, τυχόν πρόβλεψη κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια.

Η μέθοδος υπολογισμού περιλαμβάνει τουλάχιστον:

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κτηρίου, περιλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας.
- Την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού, περιλαμβανομένων και των χαρακτηριστικών των μονώσεών τους.
- Την εγκατάσταση κλιματισμού.
- Τον εξαερισμό και τον φυσικό αερισμό.
- Την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού κτηρίων άλλων χρήσεων, πλην της κατοικίας.
- Τη θέση και τον προσανατολισμό των κτηρίων, περιλαμβανομένων και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, κατά το άρθρο 1 παρ.7α του Γ.Ο.Κ., και την ηλιακή προστασία.

- Τις επικρατούσες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, περιλαμβανομένων και των επιδιωκόμενων.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής εξοικονόμησης των κτηρίων και την εφαρμογή των επιμέρους ρυθμίσεων του Κανονισμού, τα κτήρια κατατάσσονται, κατά κατηγορία σε:

1. Κατοικίες διαφόρων τύπων, όπως μονοκατοικίες, διαμερίσματα και συγκροτήματα αυτών.
2. Πολυκατοικίες.
3. Γραφεία.
4. Εκπαιδευτικά κτήρια.
5. Νοσοκομεία.
6. Ξενοδοχεία και εστιατόρια.
7. Αθλητικές εγκαταστάσεις.
8. Κτήρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου.
9. Κάθε άλλη κατηγορία κτηρίων που καταναλώνουν ενέργεια.

Συνεπώς, με τον Κ.Εν.Α.Κ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτηριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτηρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας (μείωση των θερμικών απαιτήσεων και ενεργειακών φορτίων για ζεστό νερό χρήσης, θέρμανση, αερισμό και ψύξη) και την προστασία του περιβάλλοντος (χρήση καυσίμων υψηλότερης ποιότητας και μείωση χρήσης συμβατικών καυσίμων, βελτίωση

βαθμού απόδοσης εγκαταστάσεων, φυσικό αέριο, ΑΠΕ), με συγκεκριμένες δράσεις:

1. Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων.
2. Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.
3. Ενεργειακή Κατάταξη Κτηρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης).
4. Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Ωστόσο στις 19/05/2010 αναδιατυπώθηκε η οδηγία 2002/91/EC και προέκυψε η 2010/31/EU, η οποία:

- καλύπτει όλα τα κτήρια ανεξαρτήτως του μεγέθους τους,
- ορίζει ότι τα κράτη μέλη πρέπει να μεριμνήσουν έτσι ώστε: α) έως τις 31/12/2020 όλα τα νέα κτήρια να αποτελούν κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, β) μετά τις 31/12/2018 τα νέα κτήρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας,
- επιβάλλει σε όλα τα κράτη μέλη τη θέσπιση και δημοσιοποίηση, τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις: α) το αργότερο μέχρι τις 09/07/2012 για τη συμμόρφωση με τα άρθρα 2-18, 20 και 37, β) το αργότερο μέχρι τις 09/07/2013 για τη συμμόρφωση με τα υπόλοιπα άρθρα (πλην του άρθρου 12 για το οποίο ορίζεται η 31/12/2015) (Οδηγία 2010/31/ΕΕ).

Κατά συνέπεια σύμφωνα με τη νεότερη οδηγία αναδεικνύεται η σημασία των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων και των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11].

2.5. Ορισμοί

Στον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας των κτηρίων εμπεριέχονται κάποιοι βασικοί ορισμοί και που πρέπει να γνωρίζουμε προτού προχωρήσουμε:

- **«Ενεργειακή απόδοση κτηρίου»:** Η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτηρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και τον φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτηρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτηρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτηρίου.
- **«Ενεργειακή επιθεώρηση»:** Η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα. Μπορούμε να διενεργήσουμε ενεργειακή επιθεώρηση σε κτήρια, σε λέβητες και εγκαταστάσεις θέρμανσης, σε εγκαταστάσεις κλιματισμού ($>12 \text{ k W}$) και σε συστήματα φωτισμού.

- **«Ενεργειακός επιθεωρητής»:** Φυσικό ή νομικό πρόσωπο που διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτηρίων ή λεβήτων και/ή κλιματιστικών. Διαχωρίζονται σε Α τάξης για κτήρια < 1000 τ.μ. και σε Β τάξης για κτήρια > 1000 τ.μ.
- **«Κτήριο αναφοράς»:** Κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό. Το κτήριο αναφοράς βρίσκεται στην ενεργειακή κατηγορία Β.
- **«Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτηρίου»:** Το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτηρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου το έτος [kWh/m².έτος]. Ειδικά για τα κτήρια κατοικίας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός.

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης:

- Εκπονείται τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια άνω των 1000 τμ. (Ν. 3661, άρθρο. 4, άρθρο 5), του οικιακού και του τριτογενή τομέα.
- Αντικαθιστά την υφιστάμενη Μελέτη Θερμομόνωσης (άρθρο 13, Ν. 3661) και θα συμπεριλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Ο έλεγχος, η έγκριση και η παρακολούθηση της εφαρμογής της μελέτης ενεργειακής απόδοσης θα γίνεται σύμφωνα με τα ισχύοντα για την έκδοση οικοδομικών αδειών.


- Δεν αναιρεί τις σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις εκπονούμενες μελέτες, αλλά αποτελεί πρόσθετη μελέτη επί των μελετών: Αρχιτεκτονικής, Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού νερού Χρήσης και Τεχνητού Φωτισμού.

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»

3. ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Για την συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε ένα αρχείο 140 ΠΕΑ οικιακής χρήσης (ενοικίαση και πώληση) στην Αττική. Για αρχή θα κάνουμε μία παρουσίαση της μορφής ενός ΠΕΑ για να επισημάνουμε τα σημεία από τα οποία αντλήσαμε τις πληροφορίες. Τα ΠΕΑ αποτελούνται από δύο σελίδες.

| ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) ΛΕΩΦ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΟΣ 23 17561, ΠΑΛΑΙΟ ΦΑΛΗΡΟ | | |
|--|--|---|
| Αρ. Πρωτοκόλλου: | Αρ. Ασφαλείας: | |
| Ημερομηνία Έκδοσης: 02/11/2018 | Ημερομηνία Ισχύος: 02/11/2028 | |
| * Ελέγξτε την εγκυρότητα του ΠΕΑ: https://www.buildingcert.gr/checkCert.view | | |
| Τίτλος Κτηριακής Μονάδας: "020" |  | |
| Χρήση: | | Πολυκατοικία |
| Κλιματική Ζώνη: | | B |
| Συνολική Επιφάνεια: | | 51.19 |
| Ωφέλιμη Επιφάνεια: | | 51.19 |
| Ενεργειακή κατηγορία: | Υφιστάμενη | Δυνατή |
| Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης: | | |
| EP ≤ 0,33 R _R | A+ | |
| 0,33 R _R < EP ≤ 0,50 R _R | A | |
| 0,50 R _R < EP ≤ 0,75 R _R | B+ | |
| 0,75 R _R < EP ≤ 1,00 R _R | B | |
| 1,00 R _R < EP ≤ 1,41 R _R | Γ | |
| 1,41 R _R < EP ≤ 1,82 R _R | Δ | |
| 1,82 R _R < EP ≤ 2,27 R _R | E | ← E |
| 2,27 R _R < EP ≤ 2,73 R _R | Z | |
| 2,73 R _R < EP | H | ← H |
| * Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βελτιστή (1η) σύσταση | | |
| Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας | | |
| Κτηρίου αναφοράς [kWh/m ²]: | | 101.3 |
| Επιθεωρούμενου κτηρίου [kWh/m ²]: | | 364.5 |
| Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου: | | |
| Ηλεκτρικής ενέργειας [kWh/m ²]: | | --- |
| Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [kWh/m ²]: | | --- |
| Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: | | --- |
| Ετήσιες εκπομπές CO2 επιθεωρούμενου κτηρίου | | |
| Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [kg /m ²]: | | 87.0 |
| Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [kg /m ²]: | | --- |
| Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/> | Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/> | Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/> |
| Ποιότητα εσωτερικού αέρα <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| * Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης. | | |

2.1: Πρώτη σελίδα ενεργειακού πιστοποιητικού ΠΕΑ [11a].

«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»

Μπορούμε να διακρίνουμε τα τετραγωνικά του διαμερίσματος, την ενεργειακή κλάση που βρίσκεται, την ενεργειακή κλάση μετά από το σενάριο αναβάθμισης, την κλιματική ζώνη που υπάγετε καθώς και την υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του επιθεωρούμενου κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς.

| ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) | | | | | | | |
|---|--|---|---------------------------|----------|--|--|----------------------|
| Αρ. Πρωτοκόλλου: ██████████ | | | Αρ. Ασφαλείας: ██████████ | | | | |
| Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²] | | | | | | | |
| | Θέρμανση | Ψύξη | ZNX | Φωτισμός | | | |
| Κτήριο αναφοράς | 34.7 | 50.8 | 17.0 | | | --- | |
| Επιθεωρούμενο κτήριο | 131.6 | 71.7 | 17.0 | | | --- | |
| Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ένεργειας ανα Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²] | | | | | | | |
| Πηγή ενέργειας | Θέρμανση | Ψύξη | ZNX | Φωτισμός | Συνολική | Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%] | |
| Ηλεκτρική | 0.3 | 24.7 | 17.3 | 0.0 | 42.3 | 15.52 | |
| Πετρέλαιο | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | |
| Φυσικό Αέριο | 230.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 230.3 | 84.48 | |
| Άλλα Ορυκτά Καύσιμα | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0 | |
| Ηλιακή | --- | --- | --- | --- | 0.0 | 0 | |
| Βιομάζα | --- | --- | --- | --- | 0.0 | 0 | |
| Γεωθερμία | --- | --- | --- | --- | 0.0 | 0 | |
| Άλλη ΑΠΕ | --- | --- | --- | --- | 0.0 | 0 | |
| Σύνολο | 230.6 | 24.7 | 17.3 | 0 | 272.7 | 100.0 | |
| <small>Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να: -συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτηρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής τους σε ενεργειακή κατηγορία, -πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.</small> | | | | | | | |
| ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ | | | | | | | |
| 1. Εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης ΦΑ για θέρμανση και ζεστό νερό και ηλιακού θερμοσίφωνα. | | | | | | | |
| 2. ----- | | | | | | | |
| 3. ----- | | | | | | | |
| Σύσταση | Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€] | Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας | | | Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη] | Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²] | Ενεργειακή κατηγορία |
| | | [kWh/m ²] | [%] | [€/kWh] | | | |
| 1. | 3900.0 | 134.7 | 37.0 | 0.6 | 9.53 | 31.8 | E |
| 2. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ?? |
| 3. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ?? |
| <small>Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επιμέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής. • Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.</small> | | | | | | | |
| Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή: | | | | | | | |
| ΣΤΟΥΠΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ | | | | Σφραγίδα | | | |

2.2: Δεύτερη σελίδα ενεργειακού πιστοποιητικού ΠΕΑ [11a].

«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»

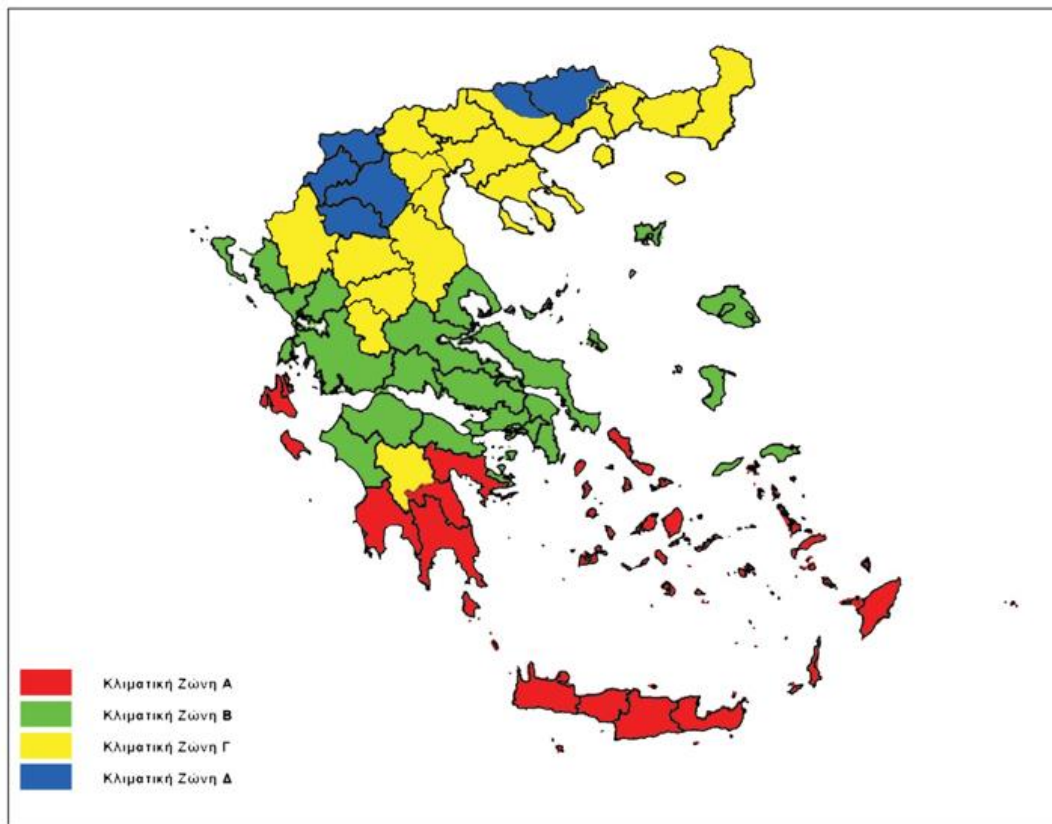
Διακρίνουμε την πηγή της θέρμανσης, την ύπαρξη ή όχι ηλιακού θερμοσίφωνα, το σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης αλλά και τα χρόνια αποπληρωμής του έργου το οποίο είναι ανάλογο του αρχικού κόστους και της εξοικονόμησης που θα πετύχουμε εάν την πραγματοποιήσουμε.

Η Ελληνική Επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παρακάτω ζωνών. Τα όρια των κλιματικών ζωνών δύνανται να καθοριστούν με μεγαλύτερη ανάλυση, σύμφωνα με σχετική ΤΟΤΕΕ.

| ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ | ΝΟΜΟΙ |
|-----------------------|--|
| ΖΩΝΗ Α | Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή) |
| ΖΩΝΗ Β | Αττικής (εκτός Κυθέρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας |
| ΖΩΝΗ Γ | Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου |
| ΖΩΝΗ Δ | Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας |

2.3: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη [1].

Σε κάθε νομό οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.



2.4: Κλιματικές ζώνες- Ελλάδα [1].

Με βάση τα παραπάνω η **κλιματική ζώνη** που μας αφορά είναι η **B** [1].

Αρχικά έγινε μία ομαδοποίηση των ΠΕΑ με βάση την ενεργειακή κατάταξη τους. Στη συνέχεια έγινε ένας διαχωρισμός ανάλογα των τετραγωνικών, του συστήματος θέρμανσης, την ύπαρξη ή όχι συστημάτων ΑΠΕ στην παραγωγή ΖΝΧ και της χρονολογίας των ακινήτων. Το τελευταίο σκέλος αναλύθηκε περισσότερο και το χωρίσαμε σε τρεις υποομάδες:

A) Τα κτήρια που χτίστηκαν μέχρι το 1979,

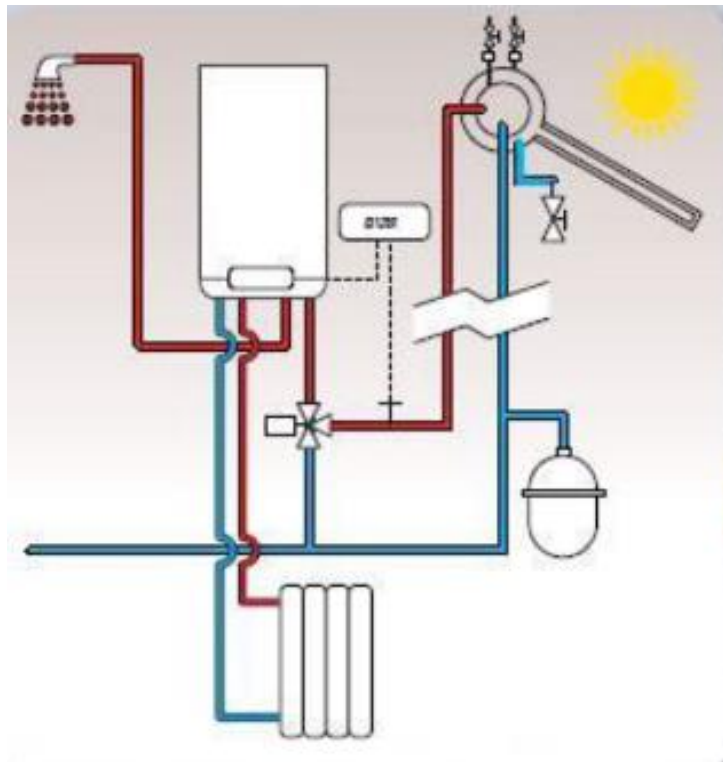
B) Τα κτήρια που χτίστηκαν από το 1979-2010,

Γ) Τα κτήρια που χτίστηκαν μετά από το 2010.

Χρονολογίες οι οποίες συνδέονται άμεσα με την θερμομόνωση του κτηρίου και επηρεάζουν σημαντικά την ενεργειακή εικόνα του κτηρίου.

Στην συνέχεια αντλήσαμε από τα ΠΕΑ και συγκρίναμε τα ενεργειακά κέρδη από το κοινό για όλα σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης το οποίο είναι η εγκατάσταση επίτοιχου λέβητα συμπυκνώσεων φυσικού αερίου για θέρμανση και ΖΝΧ και εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη με επιλεκτικό πάνελ.

Γραφικά το σύστημα θέρμανσης - ΖΝΧ:



2.5: Γραφική απεικόνιση συστήματος θέρμανσης-ZNX.

Στην εικόνα βλέπουμε γραφικά την λειτουργία του σεναρίου που χρησιμοποιήθηκε. Ο επίτοιχος λέβητας Φυσικού Αερίου συμπύκνωσης είναι η πηγή θέρμανσης. Για το σύστημα του ΖΝΧ χρησιμοποιείται ένα υβριδικό σύστημα ηλιακού θερμοσίφωνα – λέβητα, το οποίο συνδυάζεται μέσω μίας βαλβίδας ανάμιξης και ουσιαστικά ο λέβητας λειτουργεί σαν δευτερεύον σύστημα και συμπληρώνει, ενώ ως πρωτεύον είναι ο ηλιακός ούτως ώστε να

χρησιμοποιούμε την ηλιακή ενέργεια στο έπακρον και έτσι να πετυχαίνουμε μεγαλύτερη εξοικονόμηση.

Εν συνεχεία έγινε μία ανάλυση της αποπληρωμής του συγκεκριμένου έργου σε έτη και η γραφική της απεικόνιση.

Ακολουθεί μία μικρή περιγραφή για τον τρόπο λειτουργίας του λέβητα αερίου συμπύκνωσης. Η συμπύκνωση των καυσαερίων είναι επιθυμητή και απαραίτητη στους λέβητες συμπύκνωσης για τη μετατροπή και της λανθάνουσας θερμότητας των καυσαερίων σε χρήσιμη ενέργεια. Οι λέβητες έτσι εκμεταλλεύονται και την ενέργεια που περιέχουν τα καυσαέρια προκειμένου να βελτιώσουν την ενεργειακή τους απόδοση. Για την εύρυθμη και αποδοτική λειτουργία του λέβητα αερίου συμπύκνωσης είναι απαραίτητο η θερμοκρασία που έχουν τα καυσαέρια να μην υπερβαίνει τους 60 °C.

4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

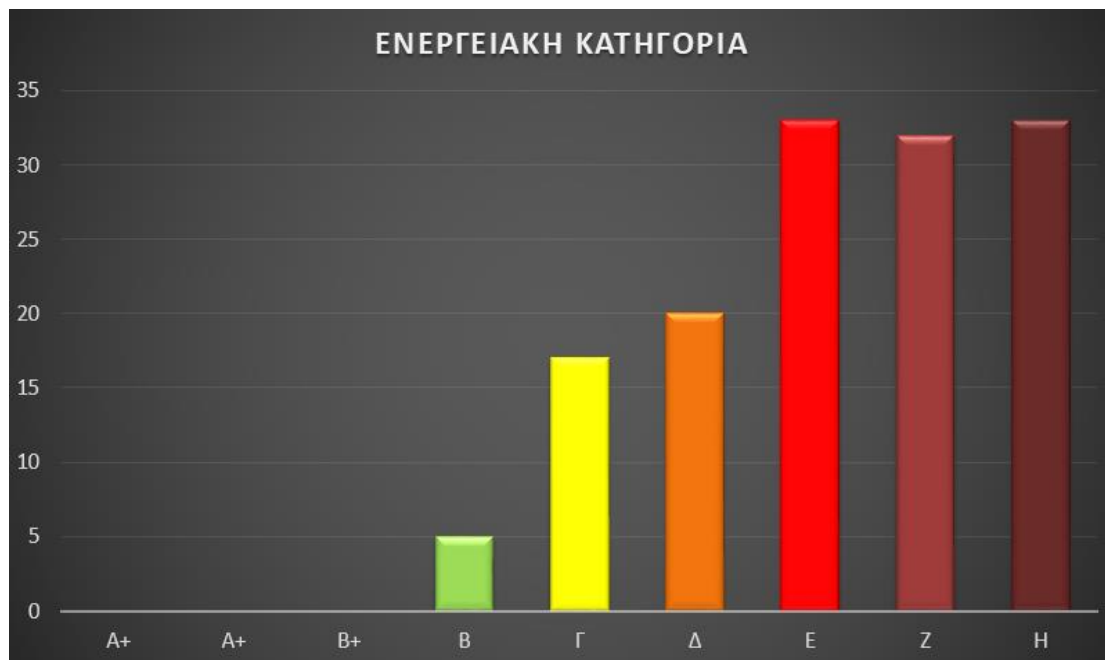
Οι ενεργειακές κατηγορίες των ΠΕΑ και τα όρια της καθεμίας παρουσιάζονται στο ακόλουθο σχήμα:

| Ενεργειακή κατηγορία: | |
|------------------------------------|----|
| Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης: | |
| $EP \leq 0,33 R_R$ | A+ |
| $0,33 R_R < EP \leq 0,50 R_R$ | A |
| $0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$ | B+ |
| $0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$ | B |
| $1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$ | Γ |
| $1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$ | Δ |
| $1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$ | E |
| $2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$ | Z |
| $2,73 R_R < EP$ | H |

3.1: Όρια ενεργειακών κατηγοριών [11α].

Για να προκύψει η ενεργειακή κατηγορία που ανήκει το ακίνητο που εξετάζεται συγκρίνονται η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kwh/m²) του κτηρίου μας με το κτήριο αναφοράς.

Αρχικά το αρχείο των ΠΕΑ ταξινομήθηκε με βάση την ενεργειακή κατηγορία που προέκυψε από την αυτοψία. Από τα αποτελέσματα προκύπτει το εξής διάγραμμα:



3.2: Ομαδοποίηση ΠΕΑ ανάλογα την ενεργειακή κατηγορία.

Όπως παρατηρούμε υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό στις χαμηλά ενεργειακές κατηγορίες (E, Z ,H 70%). Αυτό είναι ένα από τα προβλεπόμενα αποτελέσματα καθώς στα περισσότερα ΠΕΑ η θερμομόνωση ήταν ανεπαρκής, δεν υπάρχει σύστημα ΑΠΕ στην παραγωγή ΖΝΧ (ηλιακός) και το σύστημα θέρμανσης όπου υπάρχει είναι ενεργειακά ενεργοβόρο.

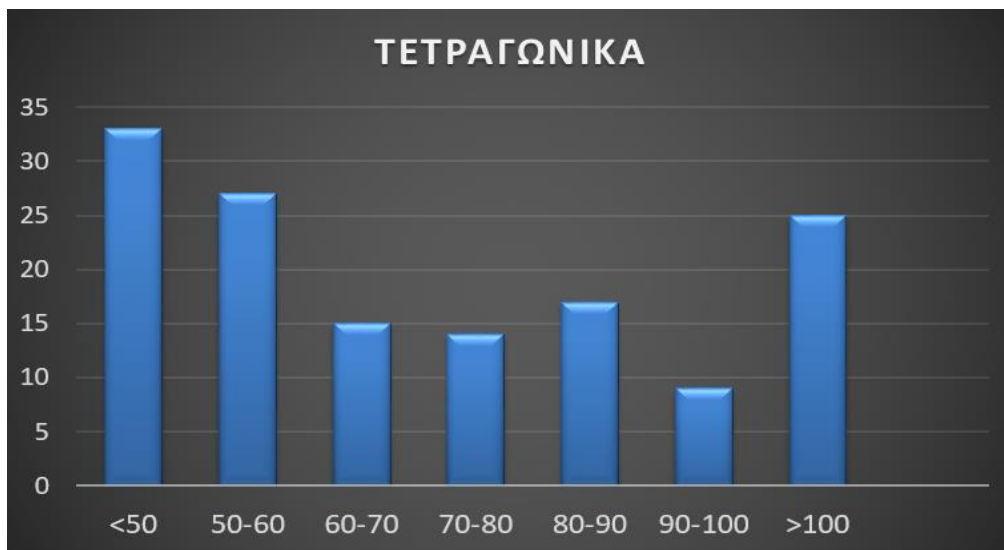
Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται η ύπαρξη ή όχι ηλιακού θερμοσίφωνα (χρήση ή όχι συστήματος ΑΠΕ).



3.3: Σχηματική απεικόνιση της ύπαρξης ή όχι ηλιακού θερμοσίφωνα.

Όπως φαίνεται το 77% των σπιτιών δεν έχει ηλιακό θερμοσίφωνα, πράγμα που σημαίνει πως για την παραγωγή ΖΝΧ χρησιμοποιούνται άλλες μέθοδοι σαφώς ενεργειακά χειρότερες (ηλεκτρικός θερμοσίφωνα στις περισσότερες περιπτώσεις) και όχι η ηλιακή ακτινοβολία η οποία υπάγεται στις ΑΠΕ.

Ακόμα μία πληροφορία που αντλούμε από τα ΠΕΑ είναι τα τετραγωνικά του κάθε σπιτιού, πληροφορία άμεσα συσχετισμένη με την χρήση ΖΝΧ (ανάλογα με τα δωμάτια, άρα και με τον αριθμό των ατόμων που μένουν στο σπίτι είναι οι ενεργειακές ανάγκες του σπιτιού στην παραγωγή ΖΝΧ), αλλά μας δίνει και μία πρώτη εικόνα για τις θερμιδικές ανάγκες του διαμερίσματος στον κλιματισμό(θέρμανση-ψύξη).



3.4: Ομαδοποίηση των ΠΕΑ ανάλογα με τα τετραγωνικά.

Παρατηρούμε πως το διάγραμμα κατά κάποιον τρόπο είναι χωρισμένο στα δύο άκρα έχοντας ένα σημαντικό ποσοστό (περίπου το 43%) οι οικίες μέχρι 60 τ.μ. και ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό (περίπου 18%) οι οικίες που είναι μεγαλύτερες από 100τ.μ.

Άλλη μία σημαντική πληροφορία που μπορούμε να αντλήσουμε είναι το σύστημα θέρμανσης. Οι περιπτώσεις που βρέθηκαν είναι οι εξής:

- Κεντρική θέρμανση με καύσιμο πετρέλαιο.
- Κεντρική θέρμανση με καύσιμο φυσικό αέριο.
- Κανένα σύστημα θέρμανσης.



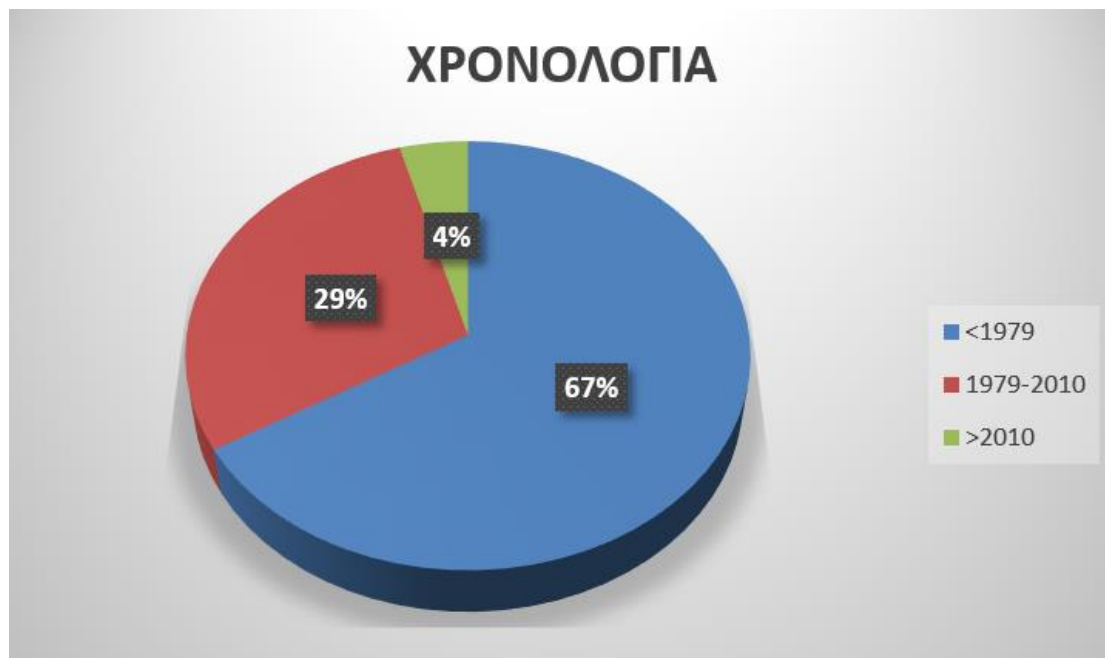
3.5: Ομαδοποίηση ανάλογα την πηγή θέρμανσης.

Όπως παρατηρούμε το 80% έχει ως καύσιμο το πετρέλαιο, το 16% φυσικό αέριο και το 4% δεν έχει καθόλου θέρμανση(στις περιπτώσεις πετρελαίου-φυσικού αερίου η θέρμανση είναι κεντρική, δεν υπήρχε σε κάποια περίπτωση αυτονομία με επιδαπέδιο ή επιτοίχιο λέβητα). Η ύπαρξη μόνωσης των σωληνώσεων στις περισσότερες περιπτώσεις είναι μηδαμινή και οι αποστάσεις των σωληνώσεων που είναι εκτεθειμένες σε μη θερμαινόμενο χώρο(συνήθως κλιμακοστάσια) είναι μεγάλες, έχοντας ως αποτέλεσμα να υπάρχουν μεγάλες απώλειές στο σύστημα διανομής της θέρμανσης. Επίσης, σε ένα μεγάλο ποσοστό των περιπτώσεων του πετρελαίου το σύστημα λέβητα-καυστήρα ήταν παλιό αλλά και κακό συντηρημένο με αποτέλεσμα να έχουμε πολύ μικρούς βαθμούς απόδοσης.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο ενεργειακός επιθεωρητής καλείται να εκτιμήσει τη θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτηρίου και το βαθμό θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου. Ειδικότερα, ως προς την

περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας, ο διαχωρισμός γίνεται σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- 1η κατηγορία: Πριν από 1979
- 2η κατηγορία: 1979 - 2010 (ισχύς Κ.Θ.Κ.)
- 3η κατηγορία: Μετά το 2010 (ισχύς Κ.ΕΝ.Α.Κ.)



3.6: Ομαδοποίηση ανάλογα με την χρονολογία της οικοδομικής άδειας.

Όπως παρατηρούμε από το παραπάνω διάγραμμα το συντριπτικό ποσοστό (67%) είναι στην 1^η κατηγορία πράγμα που σημαίνει την έλλειψη θερμομόνωσης δικαιολογώντας σε ένα μεγάλο βαθμό τις χαμηλές ενεργειακές κατηγορίες των πιστοποιητικών.

Επιπλέον, κάθε κατηγορία υποδιαιρείται σε επιμέρους υποκατηγορίες, ανάλογα με το βαθμό θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου:

- Κτήρια χωρίς καμιά πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας.
- Κτήρια με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία.
- Κτήρια με πλήρη θερμομονωτική προστασία σύμφωνα με τον Κ.Θ.Κ. ή τον Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Σε περίπτωση κτηρίου χωρίς καμιά πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας ή με μερική ή πλημμελή θερμομονωτική προστασία θα πρέπει υποχρεωτικά να χρησιμοποιηθούν τιμές των πινάκων του TOTEE.

Σε περίπτωση που υπάρχουν οι μελέτες (και δεν τίθεται εμφανώς υπό αμφισβήτηση η εφαρμογή τους) ο επιθεωρητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει τη μελέτη και να λάβει ως δεδομένες τις τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας U της μελέτης. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι τιμές k_{max} ή U_{max} για τη κλιματική ζώνη που ανήκει το κτήριο. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με το TOTEE, ανάλογα με την περίοδο έκδοσης οικοδομικής άδειας και την θερμομονωτική προστασία του κτηρίου που επιθεωρείται, πρέπει να γίνει προσαύξηση $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ στην θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων λόγω του υπολογισμού των θερμογεφυρών.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια διαγράμματα ανάλογα με την χρονολογία κτίσης της οικοδομής αλλά και της ενεργειακής κατηγορίας που βρίσκεται:

1) Ομαδοποίηση κτηρίων με οικ. άδεια πριν το 1979.



3.7: Ομαδοποίηση κτηρίων με οικ. άδεια πριν το 1979.

2) Ομαδοποίηση κτηρίων με οικ. άδεια 1979-2010.



3.8: Ομαδοποίηση κτηρίων με οικ. άδεια 1979-2010.

3) Ομαδοποίηση κτηρίων με οικ. άδεια μετά το 2010.



3.9: Ομαδοποίηση κτηρίων με οικ. άδεια μετά το 2010.

Όπως βλέπουμε από τα παραπάνω γραφήματα η ύπαρξη ή όχι θερμομόνωσης είναι καθοριστικός παράγοντας στην ενεργειακή απεικόνιση ενός κτηρίου. Παρατηρούμε πως 100% των πιστοποιητικών που βρίσκονται στην πιο ενεργοβόρα κατηγορία (H) προέρχονται από τα κτήρια χωρίς θερμομόνωση.

Ως σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης χρησιμοποιήθηκε το εξής:

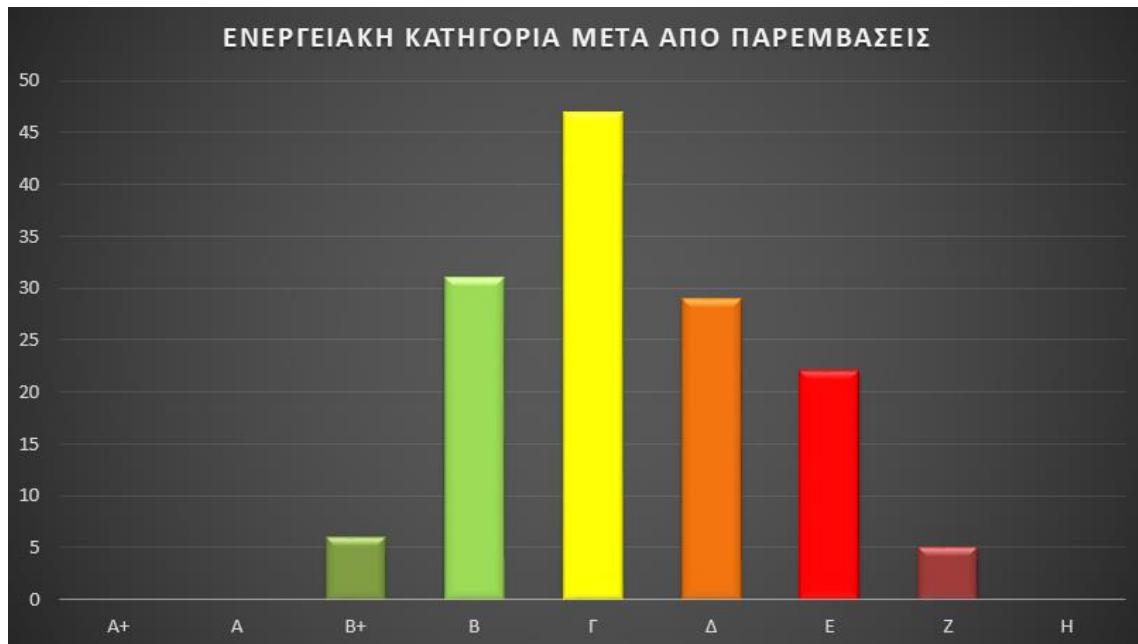
«Εγκατάσταση επιτοίχιου λέβητα συμπυκνωμάτων για θέρμανση και ZNX και εγκατάσταση ηλιακού με επιλεκτικό πάνελ».

Να σημειωθεί πως στις περιπτώσεις των κτηρίων που είχαν ήδη ηλιακό έγινε αντικατάσταση του υπάρχοντα (στις περισσότερες περιπτώσεις απλό πάνελ) με επιλεκτικό.

Με αυτό το σενάριο επιτυγχάνεται ενεργειακή αναβάθμιση τόσο στο σύστημα θέρμανσης όσο και στο σύστημα ZNX(συνδυαστικό κύκλωμα ηλιακού-λέβητα).

Τα αποτελέσματα για την ενεργειακή εικόνα των κτηρίων εάν εφαρμόσουν το σενάριο είναι τα εξής:

«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»



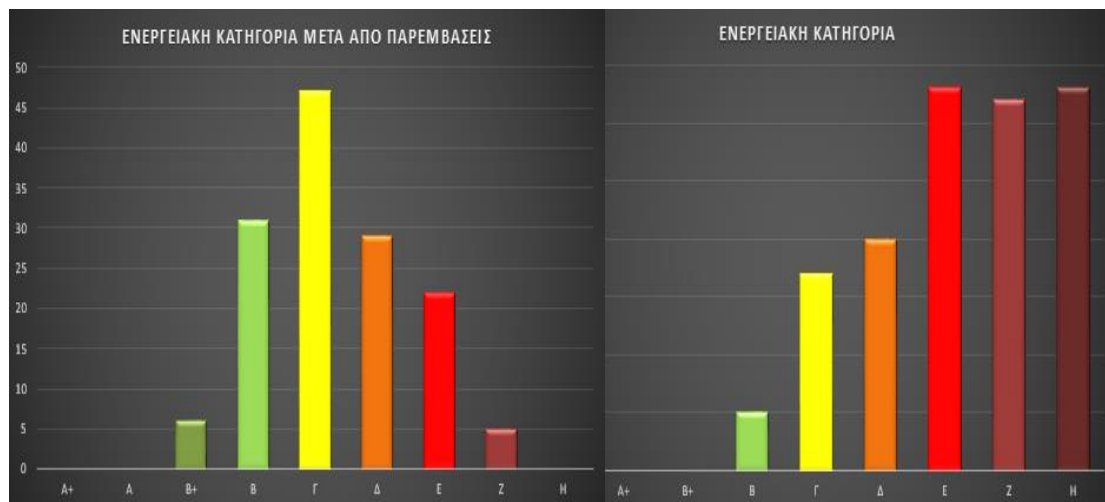
3.10: Απεικόνιση των ενεργειακών κατηγοριών μετά από την υλοποίηση του σεναρίου.

Όπως είναι εμφανές από το διάγραμμα υπάρχει μία μεγάλη άνοδος στις ενεργειακές κλάσεις πράγμα που περιμέναμε.

Πιο συγκεκριμένα, κανένα κτήριο δεν υπάρχει στην Η κατηγορία σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση που η Η κατηγορία είχε το 23,5%.

«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»

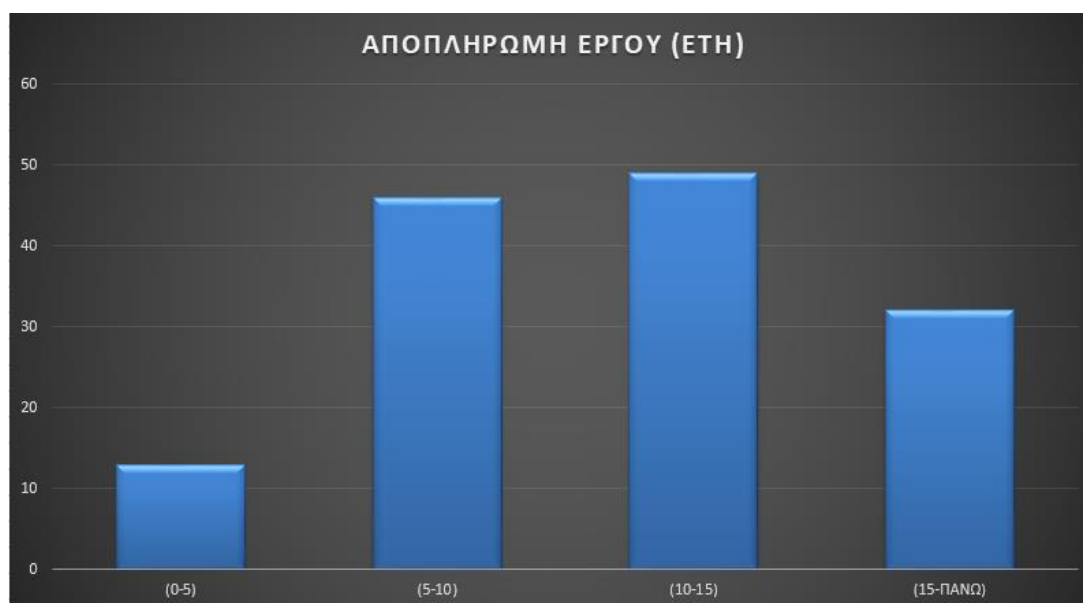
Ακόμα, η Z κατηγορία από το 23% έχει πάει στο 3,5% και αντίστοιχα και οι υπόλοιπες. Για να μπορέσουμε να έχουμε μία καλύτερη εικόνα θα τοποθετηθούν και τα δύο διαγράμματα μαζί:



3.11: Σύγκριση ενεργειακής κατάστασης πριν και μετά την ενεργειακή αναβάθμιση.

Είναι ένα σενάριο που έχει επιτευχθεί ενεργειακή αναβάθμιση σε όλα τα κτήρια, το ερώτημα είναι εάν είναι και συμφέρουσα.

Στο ακόλουθο διάγραμμα απεικονίζονται τα χρόνια που θα χρειαστούν για να γίνει απόσβεση της επένδυσής και εάν πρέπει εν τέλει να πραγματοποιηθεί.



3.12: Απεικόνιση αποπληρωμής έργου.

«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»

Το κόστος του σεναρίου ήταν κυμαινόμενο ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε κτηρίου και οι τιμές ήταν 3000-4200 ευρώ.

Από το παραπάνω διάγραμμα αποπληρωμής της επένδυσης έχουμε τα εξής:

- 0-5 έτη 9,3%
- 5-10 έτη 32,9%
- 10-15 έτη 35%
- 15-... 22,8%

Παρατηρούμε πως στις περισσότερες περιπτώσεις η αποπληρωμή είναι γρήγορη (τα πρώτα δεκαπέντε χρόνια 77,2%), πράγμα που βοηθάει τον ιδιοκτήτη να καταλάβει τα κέρδη από μία πιθανή ενεργειακή αναβάθμιση και εν τέλει να οδηγηθεί σε αυτή.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

5.1. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε βασισμένη σε ένα αρχείο ενεργειακών πιστοποιητικών (140 ΠΕΑ) κτηρίων οικιακής χρήσης εντός του νομού Αττικής.

Με την ανάλυση που έγινε αλλά και με τα αποτελέσματα που έχουμε συμπεραίνουμε πως η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων αυτών είναι πολύ χαμηλή, αλλά και πως όλες οι επιμέρους παράμετροι αυτής της κατάστασης είναι εξίσου σημαντικοί.

Αρχικά για την θερμομόνωση, από τα διαγράμματα καταλαβαίνουμε πως παίζει ουσιαστικό ρόλο καθώς τα αποτελέσματα των ενεργειακών κατηγοριών ανάλογα με τον κανονισμό που ίσχυε κατά την έκδοση την οικοδομικής άδειας(πριν το 1979, από το 1979-2010, μετά το 2010) είναι μεγάλες. Ακόμη η ύπαρξη ή όχι ηλιακού θερμοσίφωνα δείχνει να επηρεάζει σε έναν μεγάλο βαθμό όπως και η ύπαρξη κεντρικών λεβητοστασίων (ανάλογα από το καύσιμο) είναι καθοριστικοί παράγοντες για το αποτέλεσμα.

Ακόμη, χρησιμοποιήθηκε ένα σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης το οποίο ήταν κοινό για όλα τα κτήρια. Το σενάριο περιλάμβανε την εγκατάσταση επιτοίχιου λέβητα καυσίμου φυσικού αερίου για θέρμανση και ΖΝΧ σε συνδυασμό με την εγκατάσταση ενός ηλιακού θερμοσίφωνα με επιλεκτικό συλλέκτη. Από τα αποτελέσματα βλέπουμε πως η ενεργειακή αναβάθμιση σε όλα τα κτήρια ήταν σημαντική και το χρονοδιάγραμμα την απόσβεσης ήταν βιώσιμο.

5.2. Προοπτικές

Η παρούσα εργασία απεικονίζει την ενεργειακή κατάσταση της Αττικής και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μία βάση για σύγκριση της ενεργειακής κατάστασης των κτηρίων της Αττικής σε σχέση με άλλους νομούς αφού πρώτα γίνει μία αντίστοιχη στατιστική ανάλυση ανά νομό με στόχο την μελλοντική χαρτογράφηση της Ελλάδας.

**«Στατιστική ανάλυση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και
διερεύνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης σε κτίρια κατοικιών»**

Βιβλιογραφία

- [1] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και της έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», Έκδοση Γ'.
- [2] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών», ΥΠΕΚΑ.
- [3] Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΝΟΚ) (2012) ΦΕΚ 79Α.
- [4] ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων», Έκδοση Α'.
- [5] ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».
- [6] Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010 (ΦΕΚ Β' 407) «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ)».
- [7] Οδηγία 2002/91/ΕΚ Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτηρίων.
- [8] Ν.3661/2008 «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89).
- [9] Πηγή: Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά, 2012 (ΕΛΣΤΑΤ).
- [10] Πηγή: ΕΕΑ greenhouse gas-data viewer, ΕΟΠ 2017.
- [11] Σταμάτης Δ.Περδίας, «Ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων και βιομηχανιών».

Ιστοσελίδες:

- 1a. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας: www.cres.gr
- 2a. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας-ΤΕΕ: www.tee.gr
- 3a. Ελληνική στατιστική αρχή: www.statistics.gr
- 4a. Υπουργείο ανάπτυξης: www.ypan.gr
- 5a. Υπουργείο περιβάλλοντος ενέργειας και κλιματικής αλλαγής: www.ypeka.gr
- 6a. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών: www.teipat.gr
- 7a.Ειδική υπηρεσία επιθεωρητών περιβάλλοντος: www.minenv.gr
- 8a. Ρυθμιστική αρχή ενέργειας: www.rae.gr
- 9a. Κέντρο Τεχνολογικής Έρευνας Πειραιά και Νήσων: www.kte.teipir.gr
- 10a. www.greenagenda.gr
- 11a. www.buildingcert.gr